

# ZONEAMENTO MUNICIPAL E OS DETERMINANTES DA FORMAÇÃO DO PREÇO DOS LOTES URBANOS DE CURITIBA

Dias, A.A.<sup>1</sup>  
Raiher, A.P.<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este artigo analisou a influência das ordenações de zoneamento residencial na evolução dos preços dos lotes urbanos em Curitiba, investigando também o efeito da estrutura de equipamentos urbanos e de variáveis socioeconômicas neste processo. Para isso, foi utilizado o método de diferenças-em-diferenças ponderado por escore de propensão, estimando este efeito para as quatro ordenações de zoneamento residencial estabelecidas na Lei municipal n. 9800/2000. Como corolário, a política de regulamentação quanto ao uso e ocupação do solo urbano de Curitiba não apresentou efeito estatisticamente significativo sobre os preços dos lotes; entretanto, quando se investigou separadamente cada ordenação urbana residencial, observou um impacto para o zoneamento 4. Este resultado pode estar relacionado com as características desse setor, quais sejam: maior densidade habitacional, com a verticalização de edificações; uma melhor estrutura urbana para desenvolvimento de comércio e serviços, e; eixos arteriais da rede integrada de transporte público da cidade.

**Palavras-chave:** Planejamento Urbano; Preços Hedônicos; Escores de Propensão; diferenças-em-diferenças.

**ABSTRACT:** This article analyzed the influence of residential zoning ordinances on the price evolution of urban lots in Curitiba, also investigating the effect of urban equipment's structure and socioeconomic variables in this process. For this, was used the method of double difference matching, estimating such effect for the four residential zoning ordinances established in Municipal Law n. 9800/2000. As a corollary, the regulatory policy regarding the use and occupation of urban land in Curitiba did not have a statistically significant effect on lots prices; however, when each residential urban ordering was separately investigated, an impact was observed for zoning 4. This result may be related to the characteristics of this sector, namely: greater housing density, with the verticalization of buildings; a better urban framework to develop trade and services, and; arterial axes of the city's integrated public transport network.

**Keywords:** Urban Planning; Hedonic Pricing; Propensity scores; differences-in-differences.

## Área 10 - Economia Regional e Urbana

**Jel: R11**

---

<sup>1</sup> Mestre em economia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Email: andre@dsg.adv.br.

<sup>22</sup> Doutora em economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Professora do Programa de Pós-Graduação em Economia, do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais e do curso de economia da UEPG. Bolsista produtividade Cnpq. Email: apelinski@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Curitiba é uma das cidades brasileiras que apresenta maior expansão de fluxo populacional desde a década de 1970 e maior nível de densidade urbana e industrial do Estado do Paraná, além de ter importantes conexões econômicas com São Paulo e Santa Catarina. Nesta perspectiva, sua evolução enquanto metrópole e consolidação como aglomeração econômica é resultado de um *tradeoff* entre economias de aglomeração e os custos de congestionamento urbano (DURANTON; PUGA, 2004). Ademais, é também uma das cidades globais vinculadas ao movimento "*smart cities*" (CAMPBELL, 2013), que busca administrar e incentivar instrumentos de política urbana aliados com uma proposta sustentável e integrada com seus cidadãos.

A construção da política urbana em Curitiba tem seu fundamento na reestruturação da sua proposta de planejamento urbano a partir da década de 1960, por meio da qual a expansão do uso residencial e das atividades comerciais seria induzida em função de novos eixos conectados ao sistema de transporte público da cidade (MACEDO, 2013). Ademais, diante dos subsídios governamentais para o fomento à atividade industrial na região, com destaque para a Cidade Industrial de Curitiba (BARBOSA et al. 2015), esta reestruturação progressivamente alcançou impacto regional. Houve então a consolidação de uma Rede de Transporte Integrada Intermunicipal, conectando os municípios componentes daquele que é o Núcleo Urbano Central da Região Metropolitana, algo que também decorre das evoluções do sistema de *BRT- Bus Rapid Transit* implantadas no início da década de 1990 (LINDAU et al, 2010).

Desde a aprovação do novo Plano Diretor ocorrida em 1966, a publicação da Lei Municipal de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo de nº 9800/2000 (CURITIBA, 2000) representou a modificação mais significativa do planejamento urbano da cidade. Além de reforçar a orientação da cidade em função das modificações decorrentes da estrutura viária de transporte público, incorporou novos setores e institutos específicos para uso e ocupação do solo urbano, dentre os quais a possibilidade de transferência de potencial construtivo para áreas específicas da cidade no intuito de conservar edificações, subsidiar a construção de habitações populares e ainda preservar áreas verdes dentro do espaço urbano.

Indo além, as modificações recentes de planejamento urbano da cidade também ganharam novos contornos a partir da vigência do Estatuto das Cidades, por meio do qual houve uma modificação das diretrizes gerais de política urbana nas cidades brasileiras. Aquelas com mais de 20.000 (vinte mil) habitantes, integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas - como é o caso de Curitiba- tiveram de adotar o Plano Diretor enquanto instrumento básico de política de desenvolvimento e expansão urbana. Em virtude deste novo cenário, houve uma modificação do Plano Diretor da Cidade com a publicação da Lei Municipal nº 11266/2004 (CURITIBA, 2004), sendo sucedida por nova revisão com a Lei Municipal nº 14.771/2015 (CURITIBA, 2015).

Vale dizer que esta última modificação também incorporou ao planejamento urbano da cidade as diretrizes do Estatuto da Metrópole, que determina a construção de um plano de desenvolvimento integrado às regiões metropolitanas brasileiras, a ser efetivado, dentre outras medidas, pelo macrozoneamento da unidade territorial urbana.

Diante deste cenário, este trabalho assume como pressuposto teórico que a construção específica da política de zoneamento urbano exige uma análise intertemporal da realidade posta, permeada por conflitos de interesses transindividuais e daquela que se pretende construir, tendo como premissa o bem-estar social. Esta construção, mais do que ter o suporte da coletividade dos atores que compõe a cena urbana, exige a administração da escassez de recursos e instrumentos que vão capitanear a nova geografia da cidade.

Neste ponto, a evolução do preço do solo pode ser uma das externalidades impostas pelas demarcações decorrentes de políticas de zoneamento e a sua repercussão vai além da dinâmica meramente econômica de ocupação do espaço urbano. Dentre os estudos analisados, como em Glaeser e Gottlieb (2009) e Combes, Duranton e Gobillon (2018), é recorrente a evidência de que

alterações nos preços imobiliários impactam diretamente o custo de vida e por consequência a dinâmica populacional e a produtividade das aglomerações econômicas, o que ressalta a importância de serem investigados os fatores que afetam a valorização do espaço urbano. A contribuição do trabalho passa por esta análise e busca a inovação ao preencher uma lacuna de estudos na literatura nacional, que conectam políticas fundiárias urbanas e sua relação com a valorização do espaço urbano.

Para tanto, traçou-se como objetivo analisar a influência das ordenações de zoneamento residencial na evolução dos preços dos lotes urbanos em Curitiba, entre 2002 e 2017, investigando também o efeito da estrutura de equipamentos urbanos e de variáveis socioeconômicas neste processo. Em um primeiro momento, identificaram-se quais fatores socioeconômicos e de estrutura de equipamentos urbanos seriam determinantes, dentro da geografia da cidade, para caracterizar o uso e ocupação com finalidade residencial. Na sequência, buscou-se analisar a evolução intertemporal dos preços do solo urbano e o consequente impacto do zoneamento residencial, subdividindo a análise para cada um dos quatro zoneamentos existentes em Curitiba. Ademais investigou-se o efeito dos equipamentos urbanos e das variáveis socioeconômicas nesta dinâmica de preços.

Para isso, este artigo está composto por cinco seções, incluindo esta. Na segunda é apresentado o modelo teórico e as evidências empíricas acerca da relação entre zoneamento e preços hedônicos. Na sequência, tem-se o detalhamento acerca da estratégia empírica aplicada para a obtenção dos objetivos, seguida da análise dos resultados. Por fim, tem-se as considerações conclusivas.

## **2. ZONEAMENTO E PREÇOS HEDÔNICOS: MODELO TEÓRICO E EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS**

A fundamentação base deste artigo, que justifica a análise acerca dos preços dos lotes residenciais, funda-se no pressuposto teórico de que a dinâmica dos preços pode alterar o processo de desenvolvimento das cidades, justificando o estudo acerca dos fatores que afetam a valorização do espaço urbano. Neste sentido, é apresentado o modelo teórico acerca da relação entre o zoneamento e preços hedônicos, trazendo também os fatores que alteram a evolução dos preços, com um enfoque especial para o zoneamento urbano.

### **2.1 Zoneamento e Preços Hedônicos: Modelo Teórico**

Seguindo a proposta de Pogodzinski e Sass (1991b), deve-se considerar uma área urbana composta por diversos bairros no qual são disponibilizados serviços públicos mediante o correspondente pagamento de tributos. Assim, consumidores adquirem lotes urbanos e utilizam dos serviços públicos locais.

No modelo de preços hedônicos, cuja estrutura segue análise originária de Lancaster (1966), a composição do custo para aquisição de lotes urbanos é uma função de um conjunto

$$E(c_1, \dots, c_n) \equiv \pi_1 c_1 + \dots + \pi_n c_n \quad (1)$$

onde  $\pi$ 's representam as características implícitas do bem e  $c$ 's representam as quantidades de tais características.

Assim, consumidores decidiriam a combinação ótima de características que maximizam a função de utilidade sujeita às restrições de orçamento e de zoneamento, assumindo a seguinte forma

$$U(x, c_1, \dots, c_n, y_j, \eta) \quad (2)$$

em que  $x$  representa a utilidade particular pelo consumo do bem imóvel, diante de um conjunto de suas características observáveis  $(c_1, \dots, c_n)$ , bens públicos presentes na região  $(y_j)$  e ainda dos efeitos de vizinhança na função utilidade do bem, mensurados pelo parâmetro  $\eta$ . Esta é maximizada sujeita à restrição

$$x + (1 + t_j).E(c_1, \dots, c_n) = Y \quad (3)$$

onde o preço do lote urbano é normalizado para 1,  $Y$  representa a receita do consumidor e  $t_j$  representaria a tributação sobre a propriedade na região  $j$ .

Logo, a regulamentação implementada por ordenações de zoneamento causaria restrições na cesta de características do bem, que devem atender aos parâmetros mínimos  $(c_n^{min})$  e máximos  $(c_n^{max})$  previstos para determinado lote urbano

$$c_n^{min} \leq c_n \leq c_n^{max} \quad (4)$$

com dois efeitos na escolha ótima por parte do consumidor: i) o tamanho do conjunto de características do bem imóvel e; ii) a modificação da escolha de utilidade ótima decorrente da avaliação dos equipamentos urbanos presentes na vizinhança, que o presente modelo adota pela análise da estruturação destes nos bairros de Curitiba.

Pelo lado da oferta, entende-se que os agentes buscam a maximização do lucro sem infringir as limitações impostas pelo zoneamento de determinada região. Na prática, portanto, o zoneamento impõe tanto restrições nas características  $(c_1, \dots, c_n)$  como também na potencial combinação de insumos para o uso do solo urbano.

Assim

$$f(c_1, \dots, c_n, L_1, \dots, L_i) = 0 \quad (5)$$

é uma função de produção implícita na qual  $L_i$  corresponde ao  $i$ -ésimo insumo; ressaltando-se que restrições na combinação desta cesta de insumos podem afetar a produção de determinada característica na forma

$$c_k = g_k(L_1, \dots, L_i) \quad (6)$$

Logo, o problema de maximização do lucro pode assumir a representação *lagrangeana* dentro das condições de otimização de Kuhn-Tucker:

$$\begin{aligned} \mathcal{L} = E(c_1, \dots, c_n) - \sum_{i \in I} [w_i L_i] + \lambda f(c_1, \dots, c_n, L_1, \dots, L_i) + \sum_{n \in K_d^-} [\lambda_n (c_n^{min} - c_n)] \\ + \sum_{n \in K_d^+} [\lambda_n (c_n - c_n^{max})] + \sum_{k \in K_I} [\lambda_k (g(L_1, \dots, L_i))] \quad (7) \end{aligned}$$

A construção do problema pelo lado da oferta assume uma representação geral na qual o conjunto de  $K$  restrições decorrentes do zoneamento são subdivididas em  $K_I$  restrições de insumo com maiores  $K_d^+$  ou menores  $K_d^-$  níveis de restrição, seja para o desenvolvimento de certas características, como para o uso das  $w_i$  quantidades dos  $L_i$  insumos. Para tanto, considera-se que uma característica - como a limitação do tamanho do lote urbano- seja produzida com a combinação de três fatores: trabalho, solo urbano e capital.

Mesmo que os lotes urbanos utilizados neste artigo não tenham sido objeto de relações de compra e venda durante o período de análise, a representação do modelo teórico permite captar a influência de ordenações de zoneamento na dinâmica de formação de seus preços. Dentro da dualidade que permeia a relação entre oferta e demanda, fica claro que a restrição imposta pelo

gestor público na ocupação e uso do solo afeta a utilidade que consumidores e produtores podem extrair de determinado bem imóvel. Mais do que isso, tais restrições também afetam a avaliação dos próprios gestores na precificação do solo urbano.

## **2.2 Evidências Empíricas acerca do efeito do Zoneamento na Determinação dos Preços Hedônicos**

Empiricamente, diversos trabalhos investigaram a relação existente entre o zoneamento e os preços hedônicos. Evans (1999), por exemplo, ao analisar os estudos efetivados acerca das intervenções governamentais no mercado de terras, apontou a dificuldade em se mensurar a extensão das deseconomias de aglomeração e das externalidades geradas pelo uso desconforme do solo. Para ele, a implantação de ordenações de zoneamento teria a pretensão de reduzir o impacto de tais externalidades, sendo difícil encontrar uma área urbana desprovida de um sistema de zoneamento em vigor.

Para Pogodzinski e Sass (1991a), a implementação deste tipo de política apresenta três diferentes razões: i) minimizar o impacto das deseconomias externas por meio de um zoneamento de externalidades; ii) excluir famílias mais pobres de determinadas áreas do espaço urbano, com um caráter de zoneamento exclusionário e; iii) reduzir a tributação dos atuais residentes para expandir a base tributária relativa às despesas municipais, ou seja, um zoneamento fiscal.

Em análise empírica destas hipóteses, Pogodzinski e Sass (1991b) desenvolveram um modelo econométrico de formação de preços hedônicos, com o intuito de mensurar o impacto da regulação de zoneamento na evolução dos preços de imóveis residenciais do Condado de Santa Clara, Califórnia (EUA), compreendendo onze cidades da região do Vale do Silício. Em comparação com um modelo análogo - que desconsiderava delimitações de zoneamento como elemento na formação do preço implícito de imóveis-, constataram que a inserção de variáveis representativas destas condições, além de significativas, impactou a magnitude e a direção dos efeitos de outras variáveis de características individuais e locais das unidades que compunham a amostra.

Já McMillen e McDonald (2002), diante da vigência da nova ordem de zoneamento estabelecida em Chicago (EUA) no ano de 1923, analisaram o seu impacto no crescimento relativo dos preços de lotes urbanos desta cidade. Concluíram que o zoneamento residencial ensejou um crescimento maior do que o obtido pelo zoneamento comercial no que se refere ao preço relativo do território urbano, no período entre 1921 e 1924. Dentre outras justificativas para este fenômeno, os autores acreditam que o estabelecimento de uma ordenação residencial em determinada região constitui-se em uma garantia de que não existirá futura instalação de comércios ou indústrias, enquanto segmentos com potencial de gerar alguma externalidade negativa na região e, por consequência, afetar a evolução do mercado imobiliário e do preço dos imóveis neste espaço.

Ainda, Ihlanfeldt (2007) promoveu um estudo em mais de 100 cidades do Estado da Flórida (EUA) para identificar o impacto de políticas de regulação do uso do solo na evolução do preço de imóveis residenciais e de lotes urbanos, no período entre 2000 e 2002. Concluiu que um maior contingente de medidas restritivas contribuiu para uma maior evolução no preço de imóveis residenciais, apresentando, entretanto, um impacto negativo na evolução dos preços dos lotes urbanos vacantes. Dentre as possíveis justificativas para esta razão inversa entre restrições do uso do solo e preço de lotes, o autor aponta que políticas de regulação tendem a promover um custo adicional para exploração do solo, a qual tende a ser superior a evolução proporcional do preço imobiliário.

Para a realidade urbana brasileira, vários autores focaram na determinação dos preços hedônicos [como Dantas et al. (2010), Moreira de Aguiar et al. (2014), Campos e Almeida (2018), Serra et al. (2015), dentre outros], entretanto, não abordaram especificadamente o impacto das políticas de uso e ocupação do solo na evolução dos preços de lotes urbanos, sendo esta uma carência da literatura nacional.

### 3. METODOLOGIA

Nesta seção, é apresentada inicialmente a divisão do Município de Curitiba com as ordenações de zoneamento residencial, conforme Lei Municipal nº 9800/2000 (CURITIBA, 2000b), a qual é o foco deste artigo e subsidiará interpretações acerca dos resultados obtidos. Na sequência, é apresentada a estratégia empírica, com o detalhamento do modelo econométrico a partir da metodologia de Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (*Double Difference Matching* – DDM), com a explicação acerca das variáveis utilizadas.

#### 3.1 Zonas Residenciais de Curitiba: Lei Municipal nº 9800/2000

Desde a década de 1940, Curitiba vem trabalhando na sua estruturação urbana, iniciada com o Plano Agache - o qual objetivava enfrentar os problemas de inundações e enchentes, com a definição quanto à organização da cidade -seguida da criação de entidades técnicas autônomas e de planos visando orientar quanto ao uso e ocupação do solo em função do sistema de transporte público, conectando as diferentes regiões da cidade (alterações efetivadas especialmente na década de 1970 e 1980).

Estas transformações garantiram à Curitiba uma situação de singularidade no que se refere a implantação de planejamento urbano dentro da América Latina. Além disso, contribuíram para reorientar a sua condição de aglomeração urbana, diante de uma ruptura com o paradigma monocêntrico de concentração de atividades econômicas em função de uma única localização dentro do *Central Business District*.

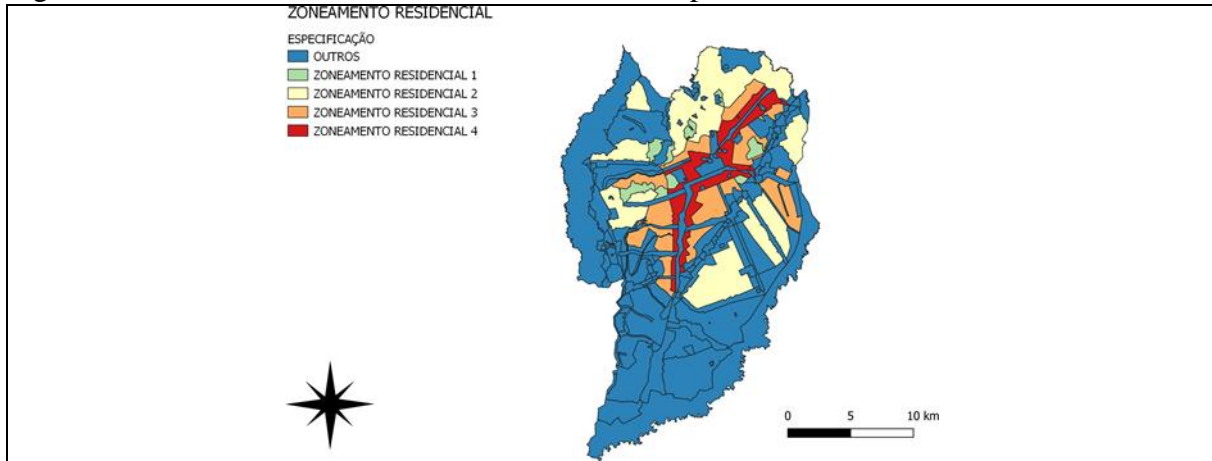
Isto posto, as modificações sucedentes quanto ao zoneamento, uso e ocupação do solo da cidade, buscaram acomodar as funções residenciais, comerciais e de uso misto do solo em virtude da estrutura de transporte público progressivamente implantada na malha urbana. Ademais, a evolução da integração desta com a Região Metropolitana de Curitiba também foi considerada.

Neste sentido, dentre outras alterações promovidas com a publicação da Lei Municipal nº 9800/2000 (CURITIBA, 2000), estabeleceu-se a divisão do Município de Curitiba com as seguintes ordenações de zoneamento residencial (Figura 1):

- i) **Zona Residencial 1 (ZR-1)** com predominância residencial de baixa densidade de ocupação, onde se deve promover a ocupação habitacional unifamiliar, admitindo-se a ocupação de edificações existentes para atividades de comércio e serviço locais;
- ii) **Zona Residencial 2 (ZR-2)** também com predominância residencial de baixa densidade de ocupação, onde se deve promover ocupação habitacional unifamiliar e comércio e serviço de atendimento local e de bairro, de acordo com a infraestrutura implantada;
- iii) **Zona Residencial 3 (ZR-3)** com predominância residencial de baixa a média densidade de ocupação, onde se deve promover a ocupação habitacional unifamiliar e coletiva, comércio e serviço de atendimento vicinal e de bairro, de acordo com a infraestrutura implementada;
- iv) **Zona Residencial 4 (ZR-4)** com predominância residencial de média densidade de ocupação, caracterizada como suporte aos eixos estruturais e que se beneficia do sistema de transporte de alta capacidade, onde se deve promover, prioritariamente, a ocupação com habitação coletiva e comércios e serviços de atendimento de bairro, devido à infraestrutura implantada.

Assim, partindo da hierarquização urbana constante na Figura 1, analisou o impacto desse zoneamento residencial nos preços dos lotes urbanos de Curitiba. Importante destacar que além de mensurar o efeito do zoneamento residencial como um todo (área que abrange os quatro zoneamentos), investigou também o impacto de cada tipo de ordenação residencial (ZR-1; ZR-2; ZR-3 e ZR-4), considerando suas especificidades apresentadas *a priori*, as quais podem impactar diferentemente na formação dos preços dos lotes curitibanos.

Figura 1: Zonas Residenciais de Curitiba: Lei Municipal nº 9800/2000.



Fonte: Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba (CURITIBA, 2002), com dados organizados pela pesquisa.

Nota: “Outros” representam outras zonas e setores, não classificados como zoneamento residencial.

### 3.2 Estratégia empírica

Com o objetivo de analisar o impacto do zoneamento residencial na evolução dos preços dos lotes em Curitiba utilizou o método de diferenças-em-diferenças ponderado por escore de propensão (*double difference matching*). O uso desta metodologia se justifica tendo em vista que a estimação via diferenças-em-diferenças (DD) reduz possíveis vieses de seleção por características não observáveis, e o Propensity Score Matching (PSM) mitiga os possíveis vieses decorrentes da distribuição de características observáveis e de ausência de suporte comum. Assim, o PSM identifica os lotes não tratados mais próximos (em termos de características observáveis) de cada lote tratado - via escore de propensão - e calcula a média da diferença dos preços entre os dois períodos analisados. Já, o DD calcula a diferença de evolução dos preços entre os períodos escolhidos - antes e depois do zoneamento - para cada lote tratado, comparando-o com a média do grupo de lotes de controle mais próximo (PINTO, 2017).

Dentro da amostra selecionada, houve a bipartição dos lotes urbanos em dois grupos: o primeiro reunindo os lotes vinculados às áreas de zoneamento residencial, aqui qualificados enquanto grupo de tratamento, e o segundo reunindo os lotes pertencentes às demais ordenações existentes no espaço urbano de Curitiba, qualificados como grupo de controle. Seguindo a proposta de McMillen e McDonald (2002), as funções de preço dos lotes urbanos ( $y^t$ ) assumem uma condição linear, com a seguinte forma geral:

$$y_{ri}^t = \beta_r^t X_i + v_{ri}^t \quad (8)$$

$$y_{nri}^t = \beta_{nr}^t X_i + v_{nri}^t \quad (9)$$

onde os subscritos  $r$  e  $nr$ , indicam o pertencimento dos lotes a zoneamentos residenciais e não residenciais, respectivamente, enquanto o sobrescrito  $t$  representa o tempo inicial (0) e final (1) dos preços dos  $i$  lotes da amostra. Ainda,  $\beta^{t,j}$  representa o vetor de coeficientes,  $X_i$  representa os vetores das variáveis independentes e  $v^t$  representa o termo de erro. Na sequência são apresentadas as particularidades das estimações do PSM e do DD, finalizando com o método de diferenças-em-diferenças ponderado por escore de propensão agregado com os dados e a estratégia utilizada para a sua estimação.

#### 3.2.1 Propensity Score Matching

A adoção do Pareamento por Escore de Propensão (*Propense Score Matching- PSM*)

mostra-se eficiente na avaliação dos efeitos médios de uma política pública (neste caso, o zoneamento) por promover um pareamento das unidades da amostra por um escore estimado em função da probabilidade condicional de recebimento do tratamento. O cálculo deste escore foi efetivado por meio de uma regressão *logit*, diante da eleição de um rol de covariadas, representado por fatores socioeconômicos e características observadas no espaço geográfico de Curitiba, teoricamente antes das modificações do zoneamento urbano (2002), que se mostraram como determinantes para o pertencimento dos lotes ao zoneamento residencial.<sup>3</sup>

Para Heckman et al (1997) a utilização do escore de propensão tem por finalidade eliminar dois potenciais vieses diante de uma análise experimental. O primeiro deles seria identificar a probabilidade de participação de certa unidade da amostra no grupo de tratamento, condicionada às características observáveis, representadas pelas covariadas. Neste sentido, a qualidade do pareamento seria mensurada pela semelhança da distribuição de tais características observáveis entre os grupos de tratamento e de controle. O segundo viés seria sanado a partir da criação de um suporte comum, pois diante do pareamento existiriam unidades de ambos os grupos comparáveis dada a similaridade entre suas características observáveis. Dentro do objeto de pesquisa isto é representado pela existência de um lote integrante de zoneamento residencial pareado com outro lote pertencente às outras ordenações de zoneamento, mas com características observáveis similares.

Diante disso, o efeito médio (*Average Treatment Effect-ATT*) do pertencimento às áreas de zoneamento residencial enquanto um fator significativo para a determinação da evolução dos preços dos lotes residenciais ( $y^r$ ) e não residenciais ( $y^{nr}$ ) no período de análise da pesquisa, pode ser assim representado (HECKMAN et al., 1997):

$$E(y_i^r|D=1) - E(y_i^{nr}|D=0) = (\beta_1^r - \beta_1^{nr})'X + E(v_1^r|D=1) - E(v_1^{nr}|D=0) \quad (10)$$

em função da estimação dos coeficientes das  $X$  covariadas para cada grupo ( $\beta^r, \beta^{nr}$ ) da amostra e respectivos termos de erro da regressão ( $v^r, v^{nr}$ ). Aqui a propensão de determinado lote pertencer a uma área de zoneamento residencial é simbolizada pela variável latente

$$D_i^* = \gamma'Z_i + v_i \quad (11)$$

sendo  $\gamma$  o vetor dos coeficientes,  $Z$  o vetor das covariadas e  $v$  um termo de erro, atribuindo-se em (10) o valor "1" diante do recebimento do tratamento ( $D=1$ ) e "0" caso contrário ( $D=0$ ).

### 3.2.2 Estimador de Diferenças em Diferenças

Como apontam McMillen e McDonald (2002) é flagrante a existência de correlação entre os termos de erro da função linear de preço ( $v$ ) e da variável de seleção dos lotes componentes do grupo de tratamento ( $v$ ), diante da existência de informações administradas pelos formuladores da política de zoneamento urbano, que podem influenciar tanto i) o enquadramento do lote dentre de determinada ordenação residencial ou não residencial, como também a ii) evolução do seu preço, dada a especificidade do seu uso e ocupação ao longo do período de análise. Então a utilização do estimador de diferenças em diferenças (*Double Difference- DD*) surge como uma alternativa de

<sup>3</sup> Vale destacar que mesmo com a vigência da nova legislação de zoneamento municipal no ano de 2000, estabeleceu-se em seu art. 49 que os parâmetros de uso e ocupação do solo da legislação anterior teriam validade de 01 ano, podendo ser renovado por até o máximo de 02 anos para projetos construtivos já licenciados ou em tramitação junto à autoridade de urbanismo municipal. Logo, entende-se que ao se adotar os preços dos lotes de 2002 permite uma captura mais adequada dos efeitos do zoneamento municipal nesta dinâmica de preços. Ademais, Serra et al. (2015) demonstram que o preço médio do solo urbano em Curitiba no intervalo de 2000 até 2003 permaneceu constante. Ademais, vale dizer que a nova lei de zoneamento municipal passou a ter sua vigência apenas em 17/12/2000, recebendo alterações por Decretos Municipais também em virtude das adequações vinculadas ao Estatuto das Cidades, revisões do Plano Diretor de Curitiba, ocorridas em 2004 e 2015, além da Operação Urbana Consorciada Linha Verde, instituída pela Lei Municipal nº 13.909 de 2011 (CURITIBA, 2011). Tais pontos justificam os anos analisados nesta pesquisa: 2002 e 2017.



controle tanto dos efeitos fixos não observáveis quanto para mensurar o impacto específico da ordenação de zoneamento residencial na evolução do preço dos lotes urbanos.

Neste sentido, a adoção deste estimador demanda a informação sobre as características observáveis entre os grupos de tratamento e controle em, pelo menos, dois períodos de tempo, com o intuito de identificar os impactos da política de zoneamento em Curitiba nos preços dos lotes urbanos antes e após a vigência dos marcos legais de planejamento urbano investigado nesta pesquisa. Para a utilização do estimador DD, promoveu-se o cálculo da diferença média dos preços entre as unidades da amostra pertencentes aos grupos de tratamento ( $y_{it}^r$ ) e controle ( $y_{it}^{nr}$ ) antes ( $t = 0$ ) e após ( $t = 1$ ) as intervenções de planejamento urbano realizadas em Curitiba no período de análise. Assim, esta assume a seguinte representação formal:

$$DD_i = E(y_{i1}^r - y_{i1}^r | D_{i0} = 1) - E(y_{i1}^{nr} - y_{i0}^{nr} | D_{i1} = 0) = E(G_{i1}^r | D_{i1} = 1) - E(G_{i1}^{nr} | D_{i1} = 0) \quad (12)$$

Sendo  $G_{it} = y_{it}^r - y_{it}^{nr}$  a representação das diferenças entre os grupos de tratamento ( $D_{i1} = 1$ ) e controle ( $D_{i1} = 0$ ), que não pode ser estimada de forma direta, demandando-se a utilização do grupo de controle como contrafactual do grupo de tratamento, para o cálculo do efeito médio do tratamento sobre as unidades pertencentes a este último.

Nesta perspectiva, como advertem Heckman et al (1997) além da hipótese de trajetórias paralelas no efeito médio decorrente do tratamento entre os grupos da análise experimental, assume-se que a diferença não observada neste efeito médio seja invariável no tempo. Deste modo, ao se utilizar o estimador DD, anula-se o viés de seleção existente na amostra e a potencial autocorrelação dos resíduos do modelo econométrico estimado.

### 3.2.3 Diferença em Diferença com Escore de Propensão e a Estratégia de Estimação

A metodologia de Diferenças em Diferenças com Escore de Propensão (*Double Difference Matching – DDM*), tem como hipótese que a seleção de unidades da amostra para pertencimento ao grupo de tratamento, pode ser condicionada à presença de  $X$  características não observadas e fixas no tempo que impactam tanto na escolha como nos efeitos médios existentes sobre o grupo de tratamento, com a seguinte representação:

$$DD_{tr,tr} = E(y_{i1}^r - y_{i0}^{nr} | D_i = 1, X_i) - E(y_{i1}^{nr} - y_{i0}^{nr} | D_i = 0, X_i) \quad (13)$$

Aqui  $DD_{tr,tr}$  representa o estimador do efeito médio (*ATT*) diante da seguinte condição:

$$E(y_{i1}^{nr} - y_{i0}^{nr} | D_i = 1, X_i) - E(y_{i1}^{nr} - y_{i0}^{nr} | D_i = 0, X_i) \quad (14)$$

por meio da qual o escore de propensão promove o pareamento das unidades pertencentes aos grupos de tratamento e controle no ano base ( $t = 0$ ), sendo então o impacto do tratamento estimado a partir das unidades pareadas após estabelecido o suporte comum entre estas. A mensuração das diferenças em diferenças recebe a seguinte formalização

$$DD_i = (y_{i1}^r - y_{i0}^r) - \sum_{j \in C} \omega(i, j) (y_{j1}^{nr} - y_{j0}^{nr}) \quad (15)$$

na qual  $\omega(i, j)$  é o peso atribuído à  $j$ -ésima unidade pertencente ao grupo de controle ( $C$ ) pareada com a  $i$ -ésima unidade de tratamento. Para as unidades do grupo de tratamento o peso assume o valor 1 enquanto para as unidades de controle  $\hat{P}(X)/(1 - \hat{P}(X))$ , sendo  $\hat{P}(X)$  equivalente ao escore de propensão representativo da probabilidade dos lotes urbanos da amostra estarem vinculados a uma ordenação de zoneamento residencial, dadas as  $X$  covariadas representativas das variáveis sócioeconômicas e de estrutura de equipamentos urbanos de Curitiba.

Vale destacar que a metodologia DDM aplica-se em duas etapas para a estimação do

modelo econométrico. A primeira demanda o cálculo do escore de propensão para criar-se o suporte comum entre as unidades dos grupos de controle e tratamento, sendo a segunda consolidada pela estimação por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) utilizando-se a metodologia DD para mensurar o impacto do zoneamento residencial e demais variáveis independentes na evolução dos preços dos lotes urbanos da amostra. A equação de regressão apresenta a seguinte estrutura genérica

$$Y_i = \alpha + \beta_1 T + \beta_2 t + \beta_3 X + DD_i T t + s \quad (16)$$

na qual  $Y_i$  representa a diferença dos preços dos lotes urbanos da amostra entre o período de 2002 e 2017,  $\alpha$  equivale o intercepto comum para todos os lotes da amostra,  $\beta_1 T$  estima o efeito específico do zoneamento residencial para a evolução dos preços no período em análise,  $\beta_2 t$  captura os efeitos temporais comuns aos dois grupos,  $\beta_3 X$  captura os efeitos das covariadas comuns aos dois grupos e  $DD_i T t$  representa o impacto médio do zoneamento residencial para a evolução do preço dos lotes pertencentes a esta ordenação, constituindo o estimador de diferenças em diferenças.

Para estimação do escore de propensão - via modelo logit do PSM- utilizou-se como dependente uma variável binária, atribuindo-se 1 (um) para os lotes tratados (pertencentes ao zoneamento residencial) e 0 (zero) para os lotes não tratados (não pertencentes ao zoneamento). As covariadas utilizadas na determinação do escore de propensão foram:

- ✓ **ARB** representando a quantidade per capita de bosques, cemitérios, praças, jardinetes, parques, áreas de preservação da fauna e ora, áreas de descarte de resíduos sólidos e usinas de reciclagem no bairro j (Fonte: IPPUC);
- ✓ **CULT** representando a densidade per capita de equipamentos culturais, dentre os quais bibliotecas, espaços e centros culturais, cinemas, memoriais, museus e teatros nos bairros de Curitiba (Fonte: IPPUC);
- ✓ **ALV** representando o número de estabelecimentos comerciais e industriais per capita em 2002, tendo-se como referência o número de alvarás expedidos pela Prefeitura Municipal de Curitiba;
- ✓ **DHAB** representando a densidade habitacional de determinado bairro da cidade no período, considerando os dados do Censo Demográfico (IBGE);
- ✓ **DIST** representa a distância euclidiana do lote urbano no marco zero da Cidade Curitiba, estimada em quilômetros, mensurado pelo software *QGIS*;
- ✓ **SAU** representa a quantidade per capita de estabelecimentos de saúde, dentre os quais Centros de Atenção Psicossocial, Centros de Especialidades Médicas e Odontológicas, Hospitais, Unidades de Pronto Atendimento e Unidades de Saúde (Fonte: IPPUC);
- ✓ **SEG** representa a quantidade de equipamentos de segurança per capita, dentre os quais Postos de Bombeiros, das Forças Armadas, Guardas Municipais além de Departamento de Polícias Civil, Militar e Federal (Fonte: IPPUC);
- ✓ **TRANS** representa a quantidade de Pontos de Parada e de Terminais de Transporte Público per capita (Fonte: IPPUC);
- ✓ **TUR** representa a quantidade de equipamentos de turismo per capita (Fonte: IPPUC);
- ✓ **PS** que se refere ao preço do metro quadrado (m<sup>2</sup>) do lote<sup>4</sup> no período inicial (2002), a qual busca captar as características específicas de cada lote *ex ante* (Fonte: IPPUC, deflacionado pelo IPCA).

Ressalta-se que todas essas variáveis estavam no período inicial (2000 para dados do Censo e 2002 para as demais covariadas). Após a estimação do modelo *logit*, testou-se três métodos de pareamento -vizinho mais próximo (um, dois e três vizinhos com reposição), kernel e

---

<sup>4</sup> Tendo em vista que esta base de dado é composta por aproximadamente 300.000,00 lotes edificadas e não edificadas, fez-se a escolha aleatória de 1500 destes lotes, distribuídos proporcionalmente entre os 75 bairros existentes na cidade de Curitiba, atendendo ao intervalo de confiança estatístico de 95% (noventa e cinco por cento) e 3% (três por cento) de margem de erro.

caliper- tendo sido escolhido aquele que estabeleceu o melhor suporte comum entre tratados e controles, visando garantir o balanceamento da função de densidade de probabilidade para as unidades pertencentes a cada grupo (Apêndice A). Ademais, dentre as covariadas citadas anteriormente, manteve-se na determinação dos escores de propensão aquelas que apresentaram similaridade estatística (teste de diferença das médias) entre o grupo de tratado e de controle após o pareamento.

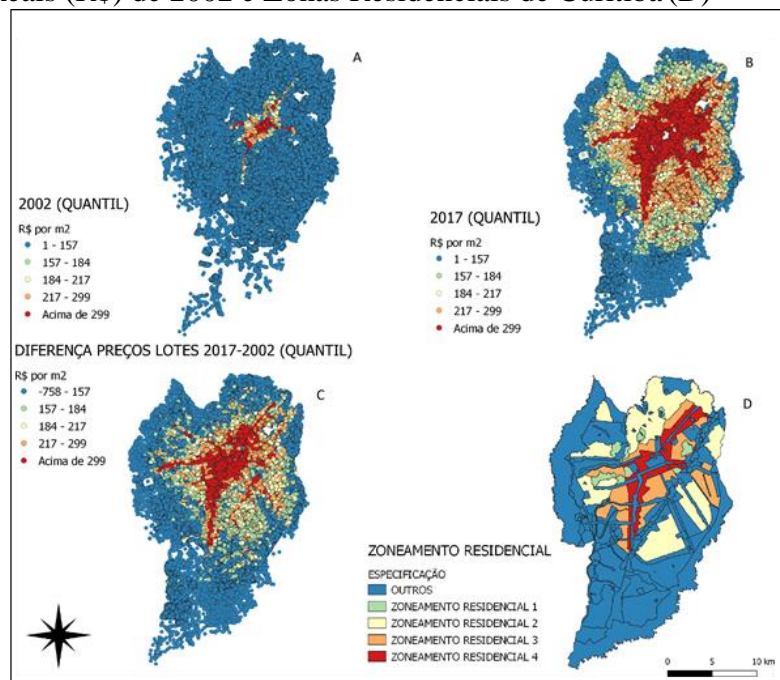
No caso da regressão linear de diferença em diferenças com pareamento (equação 16), a variável dependente correspondeu ao **PS**, referindo-se ao preço do metro quadrado ( $m^2$ ) do lote no período de 2002-2017. Como covariadas, consideraram-se **ARB, CULT, ALV, DHAB, SAU, SEG, TRANS, TUR**, todas com informações para o ano inicial e final (2000/2002 e 2017). O grupo de tratamento correspondeu a todos os lotes pertencentes ao zoneamento residencial [*dummy* igual a 1 (um)] e como controle os demais lotes de Curitiba (*dummy* igual a 0 (zero)). Por fim, para o ano de 2002 foi dado 0 (zero) e para 2017 foi considerado 1 (um).

Ainda, fez-se a estimativa dos escores de propensão para o período inicial e a regressão (equação 16) foi estimada para todos os lotes urbanos pertencentes às áreas de zoneamento residencial e para aqueles situados nas áreas de Zoneamento Residencial 1, 2, 3 e 4. Tais análises pontuais justificam-se pelas distinções quanto à composição das características observáveis de cada uma destas ordenações (conforme seção 3.1) e os efeitos que cada qual pode atribuir na evolução do preço dos lotes.

#### 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise preliminar da evolução do preço dos lotes de Curitiba entre 2002 e 2017 (Figura 2) sugere que esta possa ser resultado de uma conexão espacial entre a intensificação do uso do solo urbano, orientada pelo sistema de transporte público, alinhadas com o estabelecimento das zonas residenciais ao redor destes novos eixos de ocupação urbana, seja ao longo da cidade como, também, com os demais municípios da Região Metropolitana.

Figura 2: Planta Geral de Valores de 2002 (A), 2017 (B), evolução dos preços (C) dos lotes pelo preço do  $m^2$  em Reais (R\$) de 2002 e Zonas Residenciais de Curitiba (D)



Fonte: Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba (CURITIBA, 2002).

Nota: Dados organizados pelo autor.

Ademais, como reflexo desta orientação de planejamento urbano, a análise dos preços dos lotes da amostra em 2002 e 2017 (Tabelas 1) aponta que, dentre as unidades pertencentes ao grupo de tratamento (ou seja, lotes pertencentes às áreas de zoneamento residencial), aquelas localizadas no Zoneamento Residencial 4 foram as que apresentaram maior preço médio no ano de 2017, detendo, simultaneamente, maior heterogeneidade de preços dentre as integrantes de zonas residenciais da cidade. Acredita-se que estes resultados estejam relacionados com a projeção deste setor para atender maior densidade habitacional, mediante verticalização de edificações, somada a possibilidade de maior intensidade de estabelecimento de comércio e serviços junto aos eixos arteriais da rede integrada de transporte público da cidade.

É relevante pontuar que os lotes pertencentes aos Zoneamento Residencial 2 e 3 tiveram uma variação média de preços inferior aos lotes pertencentes às outras ordenações de zoneamento, o que contribuiu para uma menor variação da média geral de preços dos lotes urbanos vinculados às zonas residenciais da cidade.

Esta condição demonstra uma heterogeneidade no que se refere a valorização dos lotes de Curitiba quando considerada as diferentes divisões que compõe o seu zoneamento residencial, decorrente das especificações que regem a formação de cada ordenação residencial.

Tabela 1: Preço dos lotes da amostra dentro dos grupos de tratamento e controle - Curitiba - 2002 e 2017 (R\$/m<sup>2</sup>- deflacionados pelo IPCA)

Variável	Média		Desvio Padrão		Mínimo		Máximo		Variação do valor médio 2017-2002	Contagem
	2002	2017	2002	2017	2002	2017	2002	2017		
Tratado	70.14	263.57	43.58	122.30	19.00	92.72	282.00	985.04	193.43	943
Controle	75.92	272.48	124.51	252.20	12.00	51.51	927.00	1724.54	196.56	552
TRZR1	99.05	314.26	19.12	47.01	51.00	229.52	126.00	408.09	215.21	34
TRZR2	53.22	214.22	20.21	60.22	22.00	109.32	155.00	517.42	161.00	433
TRZR3	69.94	262.15	34.38	86.30	30.00	159.69	203.00	542.60	192.21	290
TRZR4	141.21	485.12	59.74	145.53	42.00	236.96	282.00	985.04	343.91	119

Fonte: Resultado da Pesquisa

Nota: *Controle* refere-se aos lotes não pertencentes às áreas de zoneamento residencial; *Tratado* refere-se aos lotes pertencentes ao zoneamento residencial; *TRZR1* refere-se aos lotes pertencentes à áreas de Zoneamento Residencial 1; *TRZR2* refere-se aos lotes pertencentes à áreas de Zoneamento Residencial 2; *TRZR3* refere-se aos lotes pertencentes à áreas de Zoneamento Residencial 3 e *TRZR4* refere-se aos lotes pertencentes à áreas de Zoneamento Residencial 4.

Diante destes resultados iniciais, visando aprofundar a análise e verificar se, de fato, os diferentes zoneamentos residenciais geraram efeitos díspares na evolução dos preços dos lotes urbanos de Curitiba, estimaram-se modelos de diferença em diferenças com escores de propensão, pareando cada lote de cada ordenação residencial com lotes similares não pertencentes àquele zoneamento<sup>5</sup>, controlando também os efeitos fixos não observáveis. Importante destacar que o pareamento realizado para todas as zonas residenciais *versus* o grupo de controle atendeu ao pressuposto de balanceamento das funções de densidade de probabilidade das unidades pertencentes ao grupo de tratamento e controle (conforme Apêndice A).

Neste sentido, analisando os resultados do modelo *logit* - necessários para a construção dos escores de propensão de cada lote urbano – identificou que a probabilidade de um lote integrar uma área de zoneamento residencial no período inicial seria reflexo de uma maior presença de equipamentos culturais, menor presença de densidade habitacional, estrutura de transporte urbano e de elementos de caráter ambiental (Tabela 2). Contudo, esta análise deve ser suplementada pela particularidade de cada uma das zonas residenciais de Curitiba, considerando tanto as modificações recentes no seu planejamento urbano, como também a condição preexistente de ocupação da cidade ao estabelecimento destas diretrizes.

<sup>5</sup> Via modelo *logit*, o qual apresentou melhor estabelecimento de suporte comum e resultados do teste de diferença de médias comparado ao *probit*, e algoritmos para realizar o *matching*.

Como aponta Macedo (2013), previamente ao estabelecimento do Plano Agache, Curitiba tinha seu planejamento urbano estruturado ao redor de três ordenações de zoneamento: Zona 1, utilizada para uso comercial e preferencialmente residencial; Zona 2 para alocação de indústrias e residências de trabalhadores e; Zona 3 na qual estavam alocadas as moradias dos trabalhadores informais. Ainda, após a implantação do Plano Diretor de 1966 e sucessivas alterações até a consolidação do Zoneamento estabelecido pela Lei nº 9800/2000, houve um progressivo adensamento de áreas vinculadas às Zonas Residenciais 4 ao redor dos eixos arteriais do sistema *BRT*, enquanto as Zonas Residenciais 2 e 3 - originalmente vinculadas aos setores mais próximos da Zona Central e Estrutural da cidade - passaram a ocupar áreas outrora destinadas ao Zoneamento Residencial 5 e Zonas Rurais, de natureza agrícola, além de integrar os eixos de expansão urbana de Curitiba, vinculados em especial à região oeste e norte da cidade, de maior conexão com os municípios do Núcleo Urbano Central da Região Metropolitana<sup>6</sup>.

Diante deste cenário, acredita-se que o processo histórico de ocupação geográfica da cidade, suplantado também pelas reestruturações decorrentes do desenvolvimento dos eixos de conexão a partir da estrutura de transporte público, possa ter contribuído para a heterogeneidade das características inerentes à formação de cada uma das zonas residenciais presentes em Curitiba.

Tabela 2: Resultados do modelo logit – 2002 (dependente: “1” lotes localizados no zoneamento; “0” caso contrário)

Variáveis	ZR	ZR1	ZR2	ZR3	ZR4
DHAB	-0.012**	-0.053**	-	0.021**	0.037**
ALV	0.024	-1.163**	0.282**	-0.185**	-0.126*
ARB	-7.464**	9.850*	4.506*	-34.752*	-26.723**
CULT	2.631**	-4.466	2.952**	-0.868	-1.158
SAU	-0.781	11.116**	-4.888**	-5.203**	2.114
SEG	-0.609	-2.359	-7.763**	4.055**	6.301**
TRANS	-4.433**	-5.725	-	-	-2.000
TUR	0.735	6.779*	2.002*	-2.993**	-3.340**
DIST	0.000	-0.854**	-0.250**	-	-0.347**
PS	-0.001	-0.015**	-0.024**	-	0.001
Pseudo R	0.104	0.474	0.161	0.174	0.285

Fonte: Resultado da pesquisa

Nota: **ZR** refere-se ao zoneamento residencial. **ARB** representa a densidade de equipamentos ambientais; **CULT** representa a densidade de equipamentos culturais; **ALV** representa o número de estabelecimentos comerciais e industriais per capita em 2002, tendo-se como referência o número de alvarás expedidos pela Prefeitura Municipal de Curitiba; **DHAB** representa a densidade habitacional de determinado bairro da cidade no período, considerando os dados do Censo Demográfico; **DIST** representa a distância euclidiana do lote urbano no marco zero da Cidade Curitiba, estimada em quilômetros; **SAU** representa a densidade de equipamentos de saúde; **SEG** representa a densidade de equipamentos de segurança pública; **TRANS** representa a densidade de equipamentos de transporte público; **TUR** representa a densidade de equipamentos turísticos; **PS** que se refere ao preço do metro quadrado (m<sup>2</sup>) do lote no período inicial (2002). (\*\*) significativo a 5%; (\*) significativo a 10%. (-) Variáveis sem coeficientes são aquelas que não passaram no teste de diferença das médias, e, por isso, foram desconsideradas na estimativa dos escores.

Após a determinação dos fatores associados a probabilidade de cada lote pertencer aos zoneamentos residenciais no período inicial, selecionou o grupo de controle por meio da metodologia de pareamento mais apropriada para cada qual (conforme indicado no Apêndice A). Ademais, o teste das médias ratificou que o pareamento realizado para cada zoneamento residencial tornou as médias das covariadas entre tratados e controle estatisticamente iguais (Apêndice B).

<sup>6</sup> Os mapas representativos das ordenações de zoneamento vigente em Curitiba à partir de 1966 encontram-se no Apêndice C.

Na sequência, trabalhou-se com amostras pareadas, aplicando o estimador de diferenças-em-diferenças. Como corolário, evidenciou-se que a heterogeneidade na formação e no desenvolvimento das áreas de zoneamento residencial em Curitiba também apresentou seus reflexos nos determinantes da evolução do preço dos lotes pertencentes à tais ordenações (Tabela 3).

Tabela 3: Estimação do modelo *Double Difference Matching* para evolução do preço dos lotes urbanos em Curitiba -2002/2017

Variáveis	Modelos				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
EFEITO MÉDIO TRATAMENTO	-8.549 (-1.16)	3.589 (0.16)	-15.86** (-2.75)	-63.13*** (-7.90)	70.97* (2.34)
TRATADO	-0.497 (-0.10)	4.162 (0.27)	6.658 (1.59)	-15.69** (-2.74)	3.110 (0.14)
TEMPO	209.5*** (37.28)	207.8*** (11.15)	182.7*** (40.56)	235.7*** (35.81)	259.0*** (10.00)
DHAB	1.170*** (12.69)	0.359 (0.66)	0.172* (2.07)	1.448*** (15.39)	1.399** (3.23)
ALV	-2.775*** (-4.65)	1.530 (0.34)	-1.681*** (-3.46)	5.258*** (5.02)	3.519 (0.91)
ARB	-479.2*** (-5.83)	-412.3 (-1.94)	-63.95 (-1.08)	-2180.3*** (-10.89)	-3380.2*** (-3.46)
CULT	586.9*** (17.31)	188.3 (0.76)	169.4*** (10.62)	372.4*** (10.57)	262.5*** (3.78)
SAU	61.79 (1.68)	107.4 (1.45)	-58.60 (-1.78)	-335.6*** (-6.19)	395.7* (2.02)
SEG	1.209 (0.07)	-61.02 (-0.48)	-26.71 (-1.38)	-17.72 (-0.84)	10.20 (0.18)
TRANS	-12.56 (-0.57)	38.89 (0.20)	63.02*** (4.25)	-115.2*** (-4.63)	-223.5* (-2.09)
TUR	374.5*** (15.26)	35.62 (0.27)	267.8*** (7.67)	814.3*** (17.38)	389.0*** (6.03)
Constant	1.836 (0.28)	71.73* (2.30)	46.41*** (8.49)	-0.0640 (-0.01)	2.398 (0.06)
Observações	2990	114	1384	3000	406
$R^2$	0.584	0.776	0.731	0.590	0.596

Fonte: Resultado da pesquisa

Nota: Considerou-se como grupo de tratamento: (1) lotes pertencentes a toda área de zoneamento residencial; (2) lotes pertencentes a área de zoneamento residencial 1; (3) lotes pertencentes a área de zoneamento residencial 2; (4) lotes pertencentes a área de zoneamento residencial 3 e (5) lotes pertencentes a área de zoneamento residencial 4. Estatística  $t$  entre parênteses. (\*\*\*) significativo a 0.1%, (\*\*) significativo a 1%, (\*) significativo a 5%.

Considerando a totalidade das unidades pertencentes ao zoneamento residencial (Modelo 1), a densidade habitacional, além de presença de equipamentos culturais e turísticos constituem elementos que agregam valor ao preço do solo urbano, enquanto uma maior densidade de atividade comercial e elementos ambientais se mostraram como fatores depreciativos.

Tais resultados podem refletir duas diretrizes de orientação do planejamento urbano da cidade representadas pela i) concentração de atividades industriais, comerciais e de serviço em zonas específicas, vinculadas à Cidade Industrial de Curitiba e ii) maior concentração de áreas de preservação permanente e unidades de conservação ambiental em regiões periféricas do município que apresentam, por condição natural, menor potencial construtivo e baixa possibilidade de uso habitacional.

A análise particular do efeito médio do zoneamento residencial na variação do preço dos lotes de Curitiba demonstra a não existência de um efeito significativo. Assim, o mero pertencimento de um lote urbano a área de zoneamento residencial em Curitiba, na média, não diferencia o seu preço quando comparado aos demais lotes do município. Neste ponto, acredita-se que a heterogeneidade na composição dos diferentes zoneamentos residenciais existentes na cidade esteja mitigando os efeitos potenciais desta política fundiária na valorização do espaço urbano curitibano.

Em virtude deste cenário, fez-se a análise pontual do efeito médio do zoneamento sobre a evolução do preço dos lotes de cada tipo de ordenação residencial. Como corolário, evidenciou um efeito positivo e estatisticamente significativo apenas para o Zoneamento Residencial 4, especialmente por apresentar uma maior indução de densidade habitacional e uma maior proximidade com os eixos principais de conexão do sistema *BRT* de Curitiba. Ademais, tal ordenação também apresenta maior proximidade do eixo estrutural de tráfego urbano da Operação Urbana Consorciada "Linha Verde", consolidada em 2011 e, neste sentido, os resultados apresentam convergência com os inferidos por Branco (2016).

Além deste aspecto, acredita-se que esta valorização decorra de uma maior exploração do potencial construtivo na Zona Residencial 4, mediante verticalização de empreendimentos e conexão com outros setores de uso misto e de serviços que aglutinam maior densidade de atividades econômicas.

Esta característica também pode explicar, em parte, o efeito negativo e estatisticamente significativo que foi identificado para as Zonas Residenciais 2 e 3, as quais não detêm densidade populacional tão elevada como a observada em outros espaços de Curitiba. Ademais, tais regiões apresentam uma menor conexão com os eixos estruturais do transporte público e acredita-se que as alterações de política urbana da cidade tenham inibido a atração de empreendimentos residenciais e equipamentos urbanos que pudessem agregar maior valor ao solo urbano. Acrescenta-se a estes fatores o uso de instrumentos urbanos atrelados ao sistema *BRT*, como também os relacionados à criação de setores especiais conectados à exploração de maior potencial construtivo, preservação do patrimônio histórico, cultural e de estímulo ao adensamento residencial na Zona Central da cidade.

Ressalte-se ainda que tais ordenações de zoneamento progressivamente passaram a ocupar maior protagonismo no projeto de espraiamento urbano de Curitiba, seja no sentido dos eixos de expansão da "Nova Curitiba", vinculados à região norte e oeste da cidade, como também a sobreposição às áreas anteriormente vinculadas a área de Zona Residencial 5 e Zonas Rurais, que agregavam menor interesse econômico para exploração de potencial construtivo em empreendimentos imobiliários.

Indo além, a análise do impacto das covariadas vinculadas aos equipamentos urbanos e características socioeconômicas retratadas nos bairros de Curitiba, apresentaram magnitude e efeito diverso sobre a valorização dos lotes urbanos pertencentes à cada grupo de tratamento da amostra. De início, deve-se ressaltar que um crescimento da densidade habitacional apresentou um efeito positivo e de magnitude crescente na evolução do preço dos lotes, principalmente nas Zonas Residenciais 3 e 4. Tal resultado apresenta conformidade com a própria pretensão da política de zoneamento de Curitiba, de que tais áreas aglutinem empreendimentos verticais alinhados com uma maior densidade de unidades habitacionais, retratando uma realidade já destacada por Glaeser (2010) na análise das metrópoles estadunidenses.

Já uma maior expansão da atividade econômica representou para o zoneamento residencial em sua forma agregada e, em especial, para áreas de Zona Residencial 2, um impacto negativo na evolução do preço dos lotes. Acredita-se que isto possa ser atribuído à própria condição do zoneamento residencial enquanto instrumento para limitar externalidades negativas decorrentes da intensificação de atividades comerciais e industriais, como pontuado por Mcmillen e McDonald (2002). Ao mesmo tempo, a análise particular dos resultados vinculados à ordenação de Zoneamento Residencial 3, aponta que uma maior densidade de atividades econômicas em bairros

que perpassem tais zonas residenciais, apresenta uma tendência de agregar valor ao solo urbano, o que demonstra alinhamento com as pretensões da política urbana de Curitiba de conjugar maior contingente de empreendimentos comerciais em regiões que apresentem maior densidade habitacional.

Por sua vez, uma maior densidade de equipamentos ambientais apresentou um impacto negativo para a evolução de preços dos lotes das ordenações de zoneamento residencial 3 e 4. Nesta perspectiva, os resultados apresentam conformidade com a orientação do planejamento urbano da cidade, de modo que se verifica essa maior concentração de Unidades de Conservação Ambiental -representada por praças, bosques e jardins -, além de Áreas de Proteção Ambiental (APA), regiões que tem menor potencial construtivo e regime diverso de ocupação.

Já a presença de maior densidade de equipamentos culturais nos bairros de Curitiba apresentou um impacto positivo e significativo para a evolução do preço dos lotes urbanos para praticamente todas as categorias de zoneamento residenciais.

Tal condição também se apresenta na análise da covariada representativa da densidade de equipamentos turísticos e sugere que as recentes modificações do planejamento urbano da cidade consideraram tanto uma condição pré-existente de regiões que detinham equipamentos desta natureza, como também induziram uma ocupação residencial conectada com tais elementos. Assim, estes se mostraram relevantes tanto para promover uma maior qualidade da geografia da cidade, como para agregar valor ao preço do solo urbano.

Por sua vez, a estrutura de equipamentos de saúde apresentou impacto e magnitude diversa na evolução dos preços dos lotes pertencentes às áreas de Zoneamento Residencial 3 e 4, algo que pode representar uma conexão da estrutura de saúde pública e privada alinhada com as especificidades de cada região. Tal resultado sugere um reflexo da própria condição de densidade habitacional e da natureza dos equipamentos de saúde pertencentes à estrutura geográfica destes setores, que demandem maior potencial construtivo e agreguem maior valor imobiliário.

Na sequência, a análise do impacto da estrutura de transporte público apresentou resultados diversos para os lotes pertencentes a cada uma das áreas de zoneamento residencial em Curitiba. Enquanto na Zona Residencial 2 houve um impacto positivo para a valorização do solo urbano, nas Zonas Residenciais 3 e 4 uma maior densidade de estrutura de transporte se mostrou um fator negativo para a evolução do preço dos lotes. Tais resultados sugerem que a orientação do planejamento urbano de Curitiba induziu a uma maior valorização do preço do solo nas ordenações 3 e 4 a partir de uma maior proximidade dos eixos centrais de conexão do sistema *BRT* e não necessariamente pela estrutura de transporte público capilarizada nos bairros da cidade. Pensa-se que esta última, para caracterizar-se enquanto um fator significativo na valorização dos lotes, deva estar sujeita a presença de outros equipamentos urbanos e elementos periféricos da geografia regional que deem qualidade ao espaço geográfico.

Por fim, a análise da significância dos efeitos fixos de cada uma das ordenações residenciais sugere que as características particulares das regiões nas quais foram estabelecidos os Zoneamentos Residenciais 1 e 2, que preexistem às recentes alterações da política urbana de Curitiba e vinculadas à condição originária de ocupação da cidade, se mostram como fatores relevantes para promover um impacto positivo na evolução do preço dos lotes urbanos.

Quanto ao Zoneamento Residencial 1, deve-se destacar que desde a implantação do Plano Diretor de 1966 tais áreas estão sujeitas a uma limitação tanto de densidade habitacional, extensão territorial, como também de natureza de equipamentos urbanos e de atividades econômicas a serem desenvolvidas. Pensa-se que tais fatores, além dos padrões urbanísticos destas regiões, podem justificar a inexpressividade de elementos da estrutura urbana para valorizar o solo urbano no período. Aqui, os resultados podem refletir também constatações encontradas em outros espaços urbanos, como nos trabalhos de Ihlanfeldt (2007) e Pogodzinski e Sass (1991a), nos quais as limitações decorrentes da política de zoneamento urbano, constituem uma externalidade negativa à valorização do preço imobiliário.



Assim, mesmo que os lotes pertencentes a tais áreas não tenham seus preços diretamente impactados pela condição de zoneamento residencial ou pela densidade de equipamentos urbanos presentes nos bairros aos quais estão vinculados, encontram-se em uma condição geográfica privilegiada de conexão com outros setores e ordenações de zoneamento essenciais dentro da orientação de política urbana curitibana. Tal condição, além de contribuir com uma condição de qualidade do espaço geográfico na valorização do solo urbano, está alinhada com a pretensão de reduzidas externalidades negativas decorrentes de uma intensa exploração de atividade comercial e industrial.

## CONCLUSÕES

O objetivo do estudo foi analisar o impacto econômico das alterações promovidas na política urbana da cidade de Curitiba, tendo como variável de principal interesse o crescimento do preço dos lotes urbanos. O desenvolvimento da pesquisa deu ênfase à análise das áreas de zoneamento residencial presentes na cidade a partir de 2000, além de fatores socioeconômicos, estrutura de amenidades e equipamentos urbanos presentes ao longo de Curitiba.

Partiu-se da premissa lançada em estudos anteriores de que estes elementos eram relevantes para compreender a dinâmica do espaço geográfico da cidade, mensurada a partir do valor agregado ao solo. Ainda que os resultados tenham apontado à relevância de tais fatores para o entendimento da dinâmica econômica induzida a partir das orientações do planejamento urbanos implantadas na cidade, reforça-se o entendimento de que eles representam apenas uma fração dos elementos que justificam a evolução do preço dos lotes urbanos dentro do modelo de formação de preços hedônicos.

Logo, um possível avanço do estudo passa pela disponibilização de dados como área, presença de edificações, potencial construtivo e infraestrutura intrínseca de cada unidade da amostra. Sem dúvida, tais fatores que são objeto de avaliação do gestor de políticas públicas, podem contribuir para um melhor ajustamento do modelo econométrico.

Dentre as pesquisas utilizadas como referência para o presente artigo, houve a constatação que a presença de zoneamentos residenciais, em boa parte, impactou de forma positiva no evolução dos preços imobiliários dentro do espaço urbano, algo que no presente estudo mostrou-se presente a partir de dois fatores primordiais: i) a compreensão da evolução do planejamento urbano de Curitiba, orientada desde 1966 a partir da estruturação original dos eixos de conexão do transporte público dentre os bairros da cidade e, na sequência, também com municípios da região metropolitana; ii) a adequação dos instrumentos de política urbana de Curitiba com os regimes jurídicos implantados no país para regulamentação de políticas fundiárias urbanas e principalmente, com a condição geográfica da ocupação e uso do solo da cidade, como reflexo da realidade socioeconômica que remete ao contexto histórico da construção do espaço urbano de Curitiba.

Pela estrutura dada à política de uso e ocupação do solo em Curitiba, conjugada com os resultados apresentados, sugere-se uma associação entre os recortes de zoneamento implantados, orientados a atender uma maior dinâmica econômica e habitacional a partir dos eixos da rede integrada de transporte público, com a alocação de estrutura de equipamentos urbanos de cada um dos bairros da cidade. Como visto, esta aliança trouxe impactos positivos e negativos distribuídos de forma heterogênea nas ordenações de zoneamento residencial representadas pela evolução do preço dos lotes da amostra. Assim, mesmo diante da vinculação de certo lote à determinada ordenação residencial, a evolução de seu preço deve ser analisada sob as lentes destes outros elementos que o circundam, seja pela condição de infraestrutura urbana, seja pela realidade posta ou induzida na região a partir de determinantes socioeconômicos.

Parece-nos que a reestruturação da política fundiária, com a evolução do espaço geográfico das cidades, deu maior flexibilidade e abrangência às políticas de zoneamento urbano. No caso de Curitiba, tais modificações foram resultado de sucessivas alterações de regime jurídico avalizadas

por instituições municipais com autonomia técnica para dar efetividade às premissas centrais do planejamento urbano da cidade. O recorte temporal do estudo dá ênfase às mudanças originadas e implementadas na esfera municipal em decorrência da Lei de Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo de 2000 e as posteriores alterações decorrentes da revisão do Plano Diretor da Cidade, seja em virtude das orientações e instrumentos de política urbana criados pelo Estatuto das Cidades e Estatuto da Metrópole, como também pela implantação da Operação Consorciada Linha Verde.

É inegável que uma maior sofisticação dos instrumentos de política urbana garante ao gestor público a possibilidade de atuação interdisciplinar. Neste sentido, a estratificação das ordenações de zoneamento, para atribuir contornos à ocupação do espaço urbano, atende múltiplos interesses, com economias e deseconomias de escala e externalidades de impacto público e privado.

Desta maneira, pensa-se que o estudo tenha apresentado uma nova perspectiva para a análise do impacto da gestão de política urbana a partir da metodologia de *Double Difference Matching* visando capturar as particularidades a cada uma das ordenações de zoneamento residencial presentes em Curitiba, atreladas à características socioeconômicas e a diversidade de estrutura de equipamentos urbanos adjacentes a estas.

Ademais, acredita-se que a evolução do estudo perpassa a própria evolução de Curitiba enquanto aglomeração econômica, como resultado do *tradeoff* entre economia de aglomeração e custos de congestionamento urbano, considerando uma análise das externalidades produzidas pela estrutura de planejamento urbano da cidade nos demais municípios da Região Metropolitana.

Por fim, seria prematuro afirmar pelos resultados do estudo, que as alterações da política de zoneamento de Curitiba possam ser caracterizadas meramente como decorrentes de um zoneamento de externalidades, zoneamento exclusionário ou zoneamento fiscal, mas a análise destes aspectos dentro da realidade urbana da cidade e da efetividade dos instrumentos de política fundiária utilizados, deve ser objeto de reflexão em futuras pesquisas. Para tanto deve-se readequar a mensuração de eficiência econômica para avaliar a efetividade de instrumentos de política fundiária que atendam aos requisitos de sustentabilidade e interesses dos demais atores sociais desta dinâmica urbana.

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, W.; CARMO, A. S. S. do; RAIHER, A. P. Existe desindustrialização no estado do paraná? um teste empírico para o período de 1996 a 2012. **Informe Gepec**, v. 19, n. 1, p. 55–79, 2015.

BRANCO, J. R. **A influência do sistema BRT no preço dos imóveis em Curitiba**: uma análise com modelos de preços hedônicos. Disserta o (Mestrado em Economia)—Universidade Federal do Paraná., 2016.

CAMPBELL, T. **Beyond smart cities: how cities network, learn and innovate**. [S.l.]: Routledge, 2013.

CAMPOS, R. B. A.; ALMEIDA, E. S. d. Decomposi o espacial nos preços de imóveis residenciais no município de são paulo. **Estudos Econ micos (São Paulo)**, SciELO Brasil, v. 48, n. 1, p. 5–38, 2018.

COMBES, P.-P.; DURANTON, G.; GOBILLON, L. The costs of agglomeration: House and land prices in french cities. **The Review of Economic Studies**, Oxford University Press, v.86, n. 4, p. 1556–1589, 2018.

CURITIBA. Instituto de pesquisa e planejamento urbano. dados geográficos. In:\_\_\_\_. **Dados Geográficos**. Curitiba, 2002. Disponível em: <<http://ippuc.org.br/geodownloads/geo.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2019.

CURITIBA. Lei n  11.266, de 16 de dezembro de 2004. dispõe sobre a adequa o do plano diretor

de Curitiba ao estatuto da cidade - lei federal nº 10.257/01, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do município. **Diário Oficial do Município de Curitiba**, Curitiba, PR, 17 dez. 2004. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/fanbp>>. Acesso em: 10 out. 2019.

CURITIBA. Lei nº 14.771, de 17 de dezembro de 2015. dispõe sobre a revisão plano diretor de Curitiba de acordo com o disposto no art. 40, § 3º, do estatuto da cidade, para orientação e controle do desenvolvimento integrado do município. **Diário Oficial do Município de Curitiba**, Curitiba, PR, 17 dez. 2015. Disponível em: <<http://leismunicipa.is/pmhqu>>. Acesso em: 10 out. 2019.

DANTAS, R. A.; MAGALHÃES, A. M.; VERGOLINO, J. R. d. O. Um modelo espacial de demanda habitacional para a cidade do Recife. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, SciELO Brasil, v. 40, n. 4, p. 891–916, 2010.

DURANTON, G.; PUGA, D. Micro-foundations of urban agglomeration economies. In: **Handbook of regional and urban economics**. [S.l.]: Elsevier, 2004. v. 4, p. 2063–2117.

EVANS, A. W. The land market and government intervention. **Handbook of regional and urban economics**, Elsevier, v. 3, p. 1637–1669, 1999.

GLAESER, E. L. **Agglomeration economics**. [S.l.]: University of Chicago Press, 2010.

GLAESER, E. L.; GOTTLIEB, J. D. The wealth of cities: Agglomeration economies and spatial equilibrium in the United States. **Journal of Economic Literature**, v. 47, n. 4, p. 983–1028, 2009.

HECKMAN, J. J.; SMITH, J.; CLEMENTS, N. Making the most out of programme evaluations and social experiments: Accounting for heterogeneity in programme impacts. **The Review of Economic Studies**, Wiley-Blackwell, v. 64, n. 4, p. 487–535, 1997.

IHLANFELDT, K. R. The effect of land use regulation on housing and land prices. **Journal of Urban Economics**, Elsevier, v. 61, n. 3, p. 420–435, 2007.

LANCASTER, K. J. A new approach to consumer theory. **Journal of Political Economy**, The University of Chicago Press, v. 74, n. 2, p. 132–157, 1966.

LINDAU, L. A.; HIDALGO, D.; FACCHINI, D. Bus rapid transit in Curitiba, Brazil: A look at the outcome after 35 years of bus-oriented development. **Transportation Research Record**, SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 2193, n. 1, p. 17–27, 2010.

MACEDO, J. Planning a sustainable city: The making of Curitiba, Brazil. **Journal of Planning History**, Sage Publications Sage CA: Los Angeles, CA, v. 12, n. 4, p. 334–353, 2013.

MCMILLEN, D. P.; MCDONALD, J. F. Land values in a newly zoned city. **Review of Economics and Statistics**, MIT Press, v. 84, n. 1, p. 62–72, 2002.

MOREIRA DE AGUIAR, Marina; SIMÕES, Rodrigo; BRAZ GOLGHER, André. Housing market analysis using a hierarchical-spatial approach: the case of Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. **Regional Studies, Regional Science**, v. 1, n. 1, p. 116–137, 2014.

PINTO, C. Pareamento. In: FILHO, N. M.; PINTO, C. (Ed.). **Avaliação de Programas de Ação Social**. São Paulo: Fundação Itaú Social, 2017. p. 111–144.

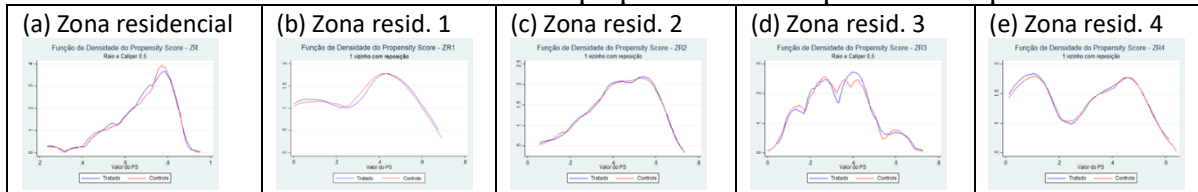
POGODZINSKI, J. M.; SASS, T. R. Measuring the effects of municipal zoning regulations: a survey. **Urban Studies**, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 28, n. 4, p. 597–621, 1991.

POGODZINSKI, J. M.; SASS, T. R. Zoning and hedonic housing price models. **Journal of Housing Economics**, Elsevier, v. 1, n. 3, p. 271–292, 1991.

SERRA, M. V. et al. **Urban land markets and urban land development: An examination of three Brazilian cities: Brasília, Curitiba and Recife.** [S.l.]: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), 2015.

**APÊNDICES**

**APÊNDICE A: Escores de propensão após o pareamento**



Fonte: Resultado da Pesquisa

**APÊNDICE B: Testes de diferença de médias entre as covariadas após o pareamento**

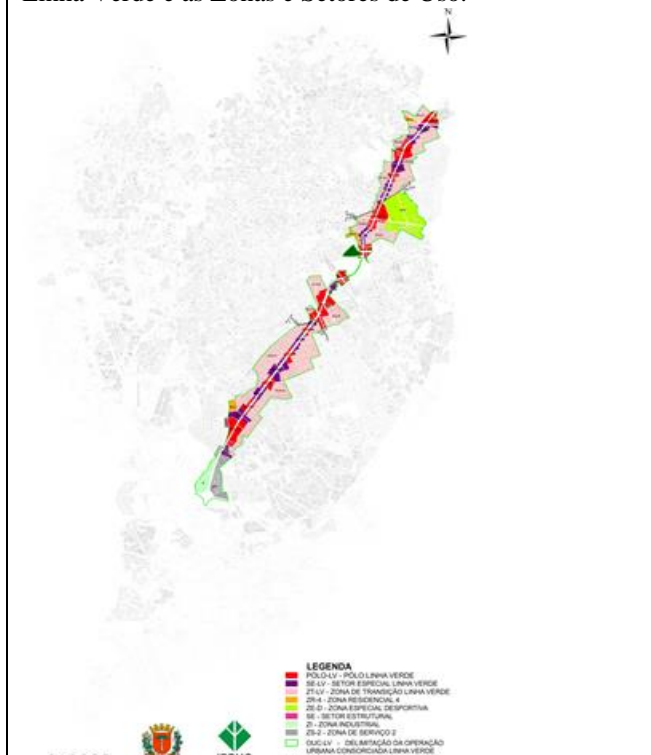
Variáveis	ZR		ZR1		ZR2		ZR3		ZR4	
	C	T	C	T	C	T	C	T	C	T
DHAB	50,5	50,0	31,2	34,1	39,0*	42,0*	60,7	62,2	69,1	67,3
ALV	6,0	6,4	30,2	26,6	7,4	8,1	4,4	4,8	4,9	4,9
ARB	0,02	0,02	0,0	0,0	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
CULT	0,03	0,03	0,0	0,0	0,02	0,03	0,03	0,03	0,07	0,07
SAU	0,1	0,1	0,1	0,1	0,12	0,13	0,07	0,07	0,07	0,08
SEG	0,1	0,1	0,1	0,1	0,12	0,12	0,1	0,1	0,2	0,2
TRANS	0,1	0,1	0,1	0,1	0,07*	0,09*	0,1*	0,2*	0,1	0,1
TUR	0,03	0,04	0,2	0,1	0,03	0,03	0,03	0,03	0,08	0,07
DIST	7,7	13,7	3,9	3,7	7,2	7,2	6,7*	5,8*	4,4	4,4
PS	70,9	70,1	97,1	99,1	54,5	53,2	77,7*	70,4*	135,8	141,2

Fonte: Resultado da pesquisa

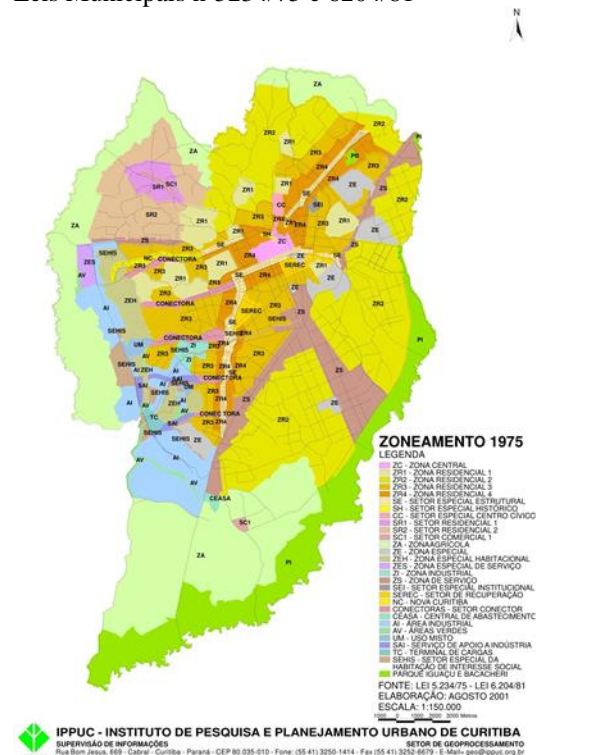
Nota: \* significativo a 5%. C refere-se ao grupo de controle e T ao tratamento. ZR refere-se ao zoneamento residencial

**Apêndice C: Mapas - Curitiba**

Delimitação da área da Operação Urbana Consorciada Linha Verde e as Zonas e Setores de Uso.



Zoneamento após as modificações promovidas pelas Leis Municipais nº5234/75 e 6204/81



Fonte: Instituto de Planejamento e Desenvolvimento Urbano de Curitiba